

Aus dem Anatomischen Institut
der Freien Universität Berlin
Direktor: Professor Dr. med. Ernst von Herrath

DIE MILZ DER SUPPENSCHILDKRÖTE
(Chelonia mydas)

INAUGURAL-DISSERTATION
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde
an der
Medizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin

1969

vorgelegt von
Jörg Bortels
aus Berlin

Aus dem Anatomischen Institut
der Freien Universität Berlin
Direktor: Professor Dr. med. Ernst von Herrath

Die Milz der Suppenschildkröte
(*Chelonia mydas*)

Inaugural - Dissertation
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde
an der
Medizinischen Fakultät der
Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Jörg Bortels
aus Berlin

Dekan: Professor Dr. med. Hans Heinz Naumann

Referent: Professor Dr. med. Ernst von Herrath

Korreferent: Professor Dr. med. Willy Schwarz



Gedruckt mit der Genehmigung der Medizinischen Fakultät der
Freien Universität Berlin.

Promoviert am: 8. September 1969

Die Milz der Suppenschildkröte
(*Chelonia mydas*).



Abb. 1.

Übersicht der Milz von *Chelonia mydas*.
Orceinfärbung. Vergrößerung 50fach.

Das Bild zeigt eine muskelstarke Pulpa-
arterie (pa) mit Begleitvenen (bv)
in der roten Pulpa (rp). (kh) = Ka-
pillarhülse, (lm) = Lymphocytenmantel,
(s) = Sinus, (la) = Lymphscheidenar-
terie.



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548620_0059

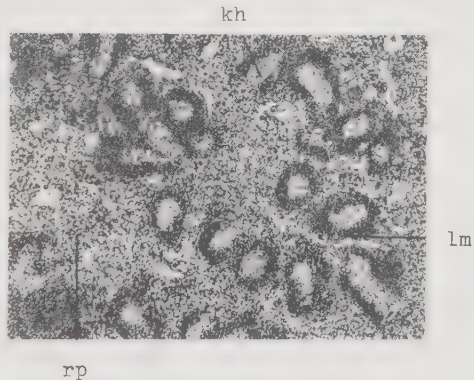
Inhalt

1. Einleitung
2. Material und Methodik
3. Befunde:
 - A: Die Milzkapsel von *Chelonia mydas*
 - B: Die Milzgefäße und der Milzkreislauf
 - a: Die Arterien
 - b: Die Hülssen
 - c: Das Retikulum und die Sinus
 - d: Die Venen
 - e: Die Lymphgefäße
 - C: Die Nerven
 - D: Die weisse Pulpa
 - E: Die Milzpigmente
4. Diskussion der Befunde
5. Zusammenfassung
6. Literatur

den Sinus einerseits, mit den Hülsekapillaren andererseits, sodass die Hülsekapillaren über Retikulumröhrchen mit den Sinus verbunden sind. - Die Kapillarahülsen sind durchschnittlich $180\text{ }\mu$ ($120 - 210\text{ }\mu$) lang. Unter der nur aus einem Endothel bestehenden Hülsekapillare liegen 2 - 3 Reihen abgerundeter oder polygonaler Zellen, sogenannte Hülsenzellen. Zwischen diesen und dem aussen folgenden Lymphocytenmantel liegt eine dünne Membran mit Gitterfasern, welche von den oben beschriebenen Retikulumröhrchen durchbrochen ist.

Abb.5. Kapillarahülsen.
van Gieson - Färbung.
Vergrößerung 100fach

Das Bild zeigt eine Traube von Kapillarahülsen (kh) mit dem typischen Lymphocytenmantel (lm).
(rp) = rote Pulpa.



Zwischen den Retikulumzellen und den Hülsenzellen, welche sich in der Kernstruktur und der Kerngrösse weitgehend ähneln, bestehen fließende Übergänge, sodass die freien Hülsenzellen als modifizierte Retikulumzellen anzusprechen sind, die sich schalenartig um das Endothelrohr arterieller Kapillaren gruppieren (vgl. auch Bargmann 1941). Bei *Chelonia mydas* messen die blassen Hülsenzellen durchschnittlich $10\text{ }\mu$. Sie speichern weder Eisen noch Melaninpigment. Zuweilen enthalten sie aber Einschlüsse, die sich färberisch wie Zelltrümmer verhalten.

Auch Dustin (1938) fand bei den von ihm untersuchten Chelonien *Clemmys leoprosa* und *Testudo graeca* und ausserdem bei einem Exemplar von *Crocodylus cataphractus* dieselben Hülsenzeleinschlüsse. Es dürfte sich nicht um Autolysebezirke der Hülsenzellen selbst, sondern um phagocytierte Elemente handeln.

c) Das Retikulum und die Sinus

Das Milzretikulum von *Chelonia mydas* besteht aus Retikulumzellen und Retikulumfasern. - Die Retikulumzellen liegen an den Abzweigungspunkten der Retikulumfasern. Das Cytoplasma der Retikulumzellen ist hell und fein granuliert. Der etwas ovale Zellkern ($5 : 4 \mu$) enthält einen blassen Kernsaft und einen oder mehrere Nucleoli. Er ist reich an Chromatin, das netzförmig angeordnet ist.

Dickere und dünnere Retikulumfasern bilden ein Raumnetz, dessen sonst gleichmässige Maschen sich um die Pulpaarterien und Pulpavenen strecken und verengen, sodass die Fasern in Strängen den Pulpavenen und Pulpaarterien anliegen. - Das retikuläre Bindegewebe reicht bis an die Kapsel. Gegen die Kapsel zu verändert sich das Retikulum nicht. An der Unterfläche der muskulösen Kapsel gehen die Gitterfasern unmittelbar in die Membranellen der glatten Muskelfasern ein.

Die Sinuslichtungen fallen als grössere Aussparungen des Retikulums auf. Ihre Faserbegrenzung besteht ebenfalls aus Maschen von Retikulumfasern. Wie bei den Retikulumsröhrchen werden auch hier die grösseren Maschen durch ein feineres Retikulumsfasernetz weiter unterteilt. Diesem Maschenwerk sitzt ein einschichtiges, sehr flaches Endothel unmittelbar auf. Die Sinus

sind ganz unterschiedlich weit. Kleinste Hohlräume, die aus den Retikulumröhrchen hervorgehen und einen Querschnitt von nur wenigen μ haben, stehen mit grösseren Sinus, die teils so weit wie Pulpavenen sind, in Verbindung. Die kleineren Sinus beginnen schlauchförmig, bauchen sich dann um ein Vielfaches aus und verzünden sich wieder. Sie verbinden sich über schlauchartige Abschnitte und bilden dadurch ein Raumnetz. In diesem konnten neben kernhaltigen Erythrocyten auch weisse Blutzellen beobachtet werden. Es handelt sich dabei um Lymphocyten, Thrombocyten und um eosinophile, basophile und neutrophile Granulocyten (vgl. Post, 1968). An den Stellen, an denen die Sinus in die Pulpavenen einmünden, erscheint die Venenwand wie ausgestanzt.

d) Die Venen

Bei *Chelonia mydas* fliesst das Blut aus den Hülse~~n~~kapillaren durch die Retikulumröhrchen in die Milzsinus. Aus diesen gelangt das Blut in die Venenplexus zwischen muskulöser und bindegewebiger Schicht der Milzkapsel (Abb.2.).

Die Venenwände werden an den trichterförmigen Einmündungen der zahlreichen Sinus regelrecht ausgestanzt. Glatte Muskelzellen und Bindegewebe aus kollagenen und elastischen Fasern enden an diesen Öffnungen oder umlaufen sie, ohne eigentliche Wulste zu bilden. Das Sinusendothel geht an der Einmündung in das Pulpavenenendothel über. Die Sinuseinmündungen in den Venenplexus der Milzkapsel gleichen den Einmündungen in die Pulpavenen.

Die Tunica intima der dünnwandigen Pulpavenen, welche die Pulpaarterien begleiten, besteht aus einem sehr flachen Endothel, das einer dünnen Lage kollagener und elastischer Fasern aufsitzt. - Ihre bindegewebige, aus kollagenem und elastischem Material bestehende Tunica media hat einzelne glatte Muskelzellen und geht in eine ebenso dünnwandige Tunica externa über, welche wiederum kontinuierlich in die Tunica externa der Pulpaarterie eingeht.

Die Pulpavenen stehen mit einem Venenplexus, der zwischen der muskulösen und der bindegewebigen Kapsel liegt, in direkter Verbindung. Dieser Plexus besteht aus weiten Venen und ist hiluswärts ausgerichtet. Die Venenwände dieses Plexus haben einen besonderen Aufbau. Ihre Tunica intima besteht aus einem Endothel, welches einer dünnen Membran mit kollagenen und elastischen Fasern aufliegt. Darauf folgt eine Tunica media mit glatten Muskelzellen und feinsten Netzen aus kollagenen und elastischen Fasern. Zum einen ist die muskulöse Kapsel selbst die Tunica media für den intrakapsulären Venenplexus (eine Tunica externa kann es hier nicht geben, weil unter der muskulösen Kapselschicht die Milzpulpa liegt), zum anderen ziehen an den Übergängen zur subserösen Kapselschicht glatte Muskelzellen in gewelltem Verlauf aus der muskulösen Kapselschicht in die subseröse ein und sind dort am Wandaufbau des Venenplexus beteiligt. Auch diese Muskelzellen werden durch feinste Netze aus kollagenen und elastischen Fasern zusammengehalten. So ist hier eine echte Tunica muscularis entstanden. Die subseröse Kapselschicht entspricht der Tunica externa (Abb.2.).

e) Die Lymphgefäße

In der Tunica externa der Pulpaarterien und in den Lymphscheiden der Lymphscheidenarterien gibt es Lymphgefäße, die entweder einzeln ziehen oder sich plexusartig verbinden. Dagegen fehlen Lymphgefäße in den Lymphocytenmänteln um die Kapillarrhülsen.

In der Tunica externa und in den Lymphscheiden beginnen die Lymphgefäße mit Retikulumaschen, die mit lymphocytenhaltiger Lymphe angefüllt sind. Das Bindegewebe aus kollagenen Fasern baut eine zarte Wand um das Endothel des Lymphgefäßes. Neben den kollagenen Fasern gibt es hier auch einige wenige elastische Fasern. Glatte Muskelzellen gibt es in der Wand der Lymphgefäße bei *Chelonia mydas* nicht. Das Lumen dieser Lymphgefäße schwankt; es nimmt hiluswärts im ganzen zu, erweitert sich stellenweise sackartig, um dann wieder abzunehmen. Die periarterielle Lage der Lymphgefäße lässt vermuten, dass der Lymphstrom durch die Pulsation der Arterien gefördert wird.

Einen ganz anderen Verlauf nehmen die Lymphgefäße in den Lymphscheiden. Ihre Wandung aus einer kollagenen Basalmembran und einem Endothel ist $2 - 3 \mu$ dick. Diese Lymphgefäße sind durchschnittlich 250μ lang und münden sich verjüngend in Lymphscheidenvenen ein, welche im Gegensatz zu ihnen Blut und Erythrocyten führen.

c) Die Nerven

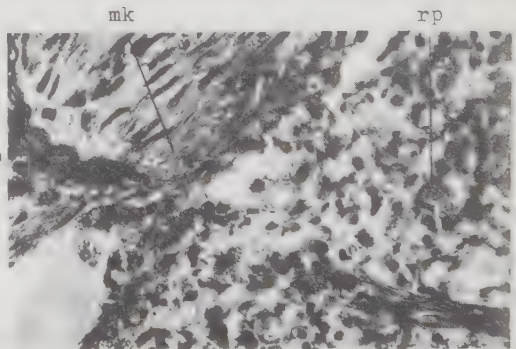
Die Milz von *Chelonia mydas* ist äusserst reichlich mit Nerven versorgt. Es handelt sich um nur marklose Nervenfaserbündel. Vom Hilus aus laufen vier marklose Nervenfaserbündel in der sub-

serösen Kapselschicht, in der Tunica externa der Pulpaarterien und auch quer durch die rote Pulpa (Abb.6.).

Die Kapselnerven liegen bis auf wenige Ausnahmen in der äusseren Kapselschicht. Der grösste Teil dieser Nervenfaserbündel zweigt sich im Hilus vom Plexus lienalis ab und verläuft parallel zur Milzoberfläche in der äusseren subserösen Kapselschicht. Es bleibt offen, ob die Plexus mehr oder weniger systematisiert in die Kapsel eindringen. Allein die grossen Durchmesser der Nervenfaserbündel in Hilusnähe lassen auf einen Eintritt vorwiegend an dieser Stelle schliessen. Ein weitaus kleinerer Teil der Bündel des Kapselplexus stammt aus einem Geflecht, das die Pulpaarterien begleitet. Diese Bündel ziehen isoliert durch die Pulpa direkt auf die Kapsel zu (Abb.6.).

Abb.6. Markloses Nervenfaserbündel (nb), welches durch die rote Pulpa (rp) in die muskulöse Kapselschicht (mk) zieht.

Versilberung nach Bodian. Vergrösserung 500fach.



Sie durchsetzen in gewelltem Verlauf die innere muskulöse Kapselschicht schräg und biegen dann in das Nervengeflecht der äusseren subserösen Kapselschicht ein.

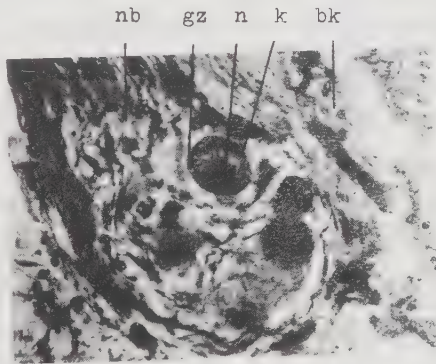
Die Pulpanervenfaserbündel verlaufen zunächst in der Tunica

externa der grossen Pulpaarterien, entsprechend in den Lymphscheiden der Lymphscheidenarterien und bilden dort ein periarteriell Geflecht. In den Lymphscheiden sind sie bis zum Abgang der Kapillarröhren zu verfolgen. In den Lymphocytenmänteln der Kapillarröhren ziehen jedoch keine Nervenfaserbündel.

Im gesamten Verlauf der periarteriellen Nervenfasergeflechte und in den Kapselgeflechten finden sich kleine Ansammlungen multipolarer Ganglienzellen eines Ganglion intramurale (Abb.7.).

Abb.7. Intramurale, multipolare Ganglienzellen (gz) mit Kern (k) und Nucleolus (n) in der äusseren bindegewebigen Kapselschicht (bk). (nb) = markloses Nervenfaserbündel.

Versilberung nach Bodian. Vergrösserung 1000fach.



Dessen sehr grosse längsovale Zellen messen etwa $30 \times 15 \mu$; der kuglige Kern etwa 10μ , sein Nucleolus etwa 2μ .

Ein intralienales Ganglion ist bisher weder in Warmblütern noch in Kaltblütermilzen beschrieben worden und muss daher bis auf weiteres als eine Eigentümlichkeit der *Coelonia mydas*-Milz gelten. Neuerdings wies Dittmann (1969) ein solches Ganglion intramurale in der Milz des Alligator mississippiensis nach.

D) Die weisse Pulpa.

Die Lymphscheiden und die Lymphocytenmäntel um die Hülsekapillaren bilden die weisse Pulpa.

Die Lymphscheiden reichen von der Abzweigung der Lymphscheidenarterien an den Pulpaarterien bis zu den Hülsekapillaren. Dabei verzweigen sich die Lymphscheiden in dem Masse, wie das Arterienlumen abnimmt. Am Abgang der Hülsekapillaren deutet nur noch ein schmaler Lymphocytenaum die Lymphscheide an. Die Hülsekapillare wird dagegen von einem breiten Lymphocytenmantel mit einer durchschnittlichen Wandstärke von 40 μ umschlossen. Der Übergang der Lymphscheidenarterie in die Hülsekapillare ist kontinuierlich. Er wird dadurch deutlich, dass die Muskulatur in der Kapillarwand fehlt, dass die Kapillaren von Hülsenzellen umgeben sind und dass die Lymphocytenzahl und die Lymphocyten-dichte wieder zunehmen.

In den Lymphscheiden liegen die Lymphocyten in einem Maschenwerk aus retikulärem Bindegewebe, das hauptsächlich faserig ist. Die Maschen sind hier dichter als anderswo. Die Fasern sind so ausgerichtet, dass besonders dicke Stränge parallel zum Gefässverlauf ziehen, während dünnere Fasern die dickeren Stränge verbinden. Durch besonders feine Fasern werden die gröberen Maschen weiter unterteilt.

Die Lymphocyten um die Hülsekapillaren werden von einem Netz aus Retikulumröhrchen und -fasern umgeben. - Sowohl in den Lymphscheiden als auch in den Lymphocytenmänteln der Kapillarlüsen können Mitosen lymphatischer Zellen beobachtet werden.

Einleitung

Die Reptilienmilz ist bisher wenig systematisch untersucht worden. — Lediglich H. Hoyer (1894) hat einzelne Befunde an Schildkrötenmilzen (*Testudo graeca*, *Emys europea* und *Chrysemys elegans*) mitgeteilt. P. Dustin (1938) beschrieb die Hülzenkapillaren der Chelonier *Clamys leprosa* und *Testudo graeca*. H. Dünzen (1939) untersuchte die Architektur der Milz von *Lacerta muralis* und *Lacerta viridis*. H. Ferner (1940), der die Milz von *Basiliscus americanus*, eines Leguans, untersuchte, fand u. a. Sperreinrichtungen an den Milzarterien. Einige weitere, mehr gelegentliche Mitteilungen von Einzelbefunden sind zu allgemein gehalten, um als Befunde gewertet werden zu dürfen.

In dieser Arbeit möchte ich über die Milz der Suppenschildkröte (*Chelonia mydas*) berichten, da diese Reptilienmilz bisher nicht beschrieben worden ist. Die Suppenschildkröten gehören zur Ordnung Chelonia und zur Familie der Cheloniidae. Sie kommen in einer atlantischen und in einer pazifischen Rasse in allen tropischen Meeren vor. Sie leben im Salzwasser und gehen nur zum Sonnen und zur Eiablage ans Land.

Material und Methodik

Es konnten die Milzen zweier Suppenschildkröten untersucht werden. Das eine Tier wog 4800 g, seine Milz 3,9 g (0,081). Die Milz wurde an der State-University in Florida lebens-

frisch fixiert.⁺ Das andere, aus dem zoologischen Garten von Berlin lebend bezogene Tier wog 1000 g. Die Milz wurde mit Ringerlösung unter Zusatz von Amylnitrit durchspült und fixiert.⁺⁺

Paraffinblöcke beider Organe wurden in lückenlose Schnittserien von 10 μ Dicke zerlegt und jeweils mit Hämalaun-Eosin nach Mayer, Azan nach Heidenhain, der Orceinmethode nach Unna-Taenzer, van Gieson, der Versilberung nach Gömöri und der Versilberung von Paraffinschnitten nach Bodian behandelt.

Die Fotografien wurden in der Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Berlin-Dahlem aufgenommen.⁺⁺⁺

Befunde

Über die Gesamtform der Milz, über ihre Nerven und Gefäße, sowie über ihre Lage kann nichts gesagt werden, da das Untersuchungsmaterial schon eingebettet zur Verfügung stand.

A) Die Milzkapsel

Die Milzkapsel ist dick, reich an glatter Muskulatur und durchweg zweischichtig. Sie besteht aus einer äusseren subserösen und einer inneren muskulösen Schicht. Die durch-

+ / ++

Herrn Privatdozenten Dr. R. Willnow und der Direktion des zoologischen Gartens von Berlin danke ich für die Schildkrötenmilzen.

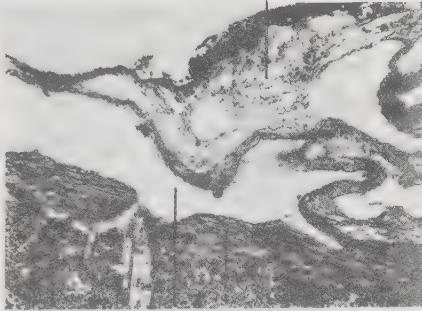
+++

Herrn E. Schälow von der Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft danke ich für die Fotografien.

schnittliche Dicke beträgt $100\text{ }\mu$ ($56 - 160\text{ }\mu$). Auch Hoyer (1894) und Ferner (1940) fanden in der Milzkapsel von Rep-
sk

Abb. 2. Zweischichtige Milzkapsel von *Chelonia mydas*. Azanfärbung; Vergrößerung 100fach.

Das Bild zeigt die aus einer subserösen (sk) und einer muskulösen (mk) Schicht bestehende Kapsel mit dem intrakapsulären Venenplexus (iv), in den eine Pulpavene (pv) einmündet. (rp) = rote Pulpa.



rp pv iv mk

tilien reichlich glatte Muskelzellen; nach Dünzen (1939) sollen in der Milzkapsel von Eidechsen glatte Muskelzellen fehlen.

Die äussere subseröse Schicht hat eine durchschnittliche Dicke von $34\text{ }\mu$ ($16 - 72\text{ }\mu$) und ist nach aussen durch ein flaches, einschichtiges Mesothel begrenzt. Kollagene Faserbündel, recht locker angeordnet und durch Faseraustausch verbunden bauen diese Kapselschicht auf und verbinden sie fest mit der muskulösen Kapselschicht. Elastische Fasern und Faserbündel liegen zwischen den kollagenen Fasern und reichern sich subserös zu einem dichten Geflecht aus feinsten elastischen Fasern an.

Wenige, weitleumige und sehr dünnwandige Venen sind im bindegewebigen Faserwerk verspannt. Neben der Tunica intima mit ihrem flachen Endothel und wenigen kollagenen Fasern besitzen

sie eine Tunica media und eine Tunica externa. Die Tunica media hat glatte Muskelzellen, die ringförmig angeordnet sind und durch Bindegewebe aus kollagenen Fasern gebündelt werden. Die vorwiegend kollagene Tunica externa ist relativ elastisch. Die weitaus meisten Venen dieses intrakapsulären Venenplexus liegen zwischen der muskulösen und der bindegewebigen Kapsel. Ihr Wandbau wird in dem Kapitel "Venen" beschrieben.

Die innere muskulöse, der Pulpa unmittelbar aufliegende Kapselschicht misst durchschnittlich 66 μ (40 - 88 μ). Der feste Verband von Kapsel und Pulpa wird dadurch erreicht, dass kollagene Faserzüge der Kapsel allmählich in das retikuläre Bindegewebe der Pulpa übergehen. Diese innere Kapselschicht besteht aus einer dichten Lage glatter Muskelzellen, die parallel zur Milzoberfläche verlaufen (Abb.2). Die einzelnen Muskelzellen besitzen teils retikuläre, teils auch kollagene Hüllen, in welchen ein weitmaschiges Netz feiner elastischer Fasern verankert ist. Hier liegen auch einzeln und gehäuft zahlreiche Lymphocyten. Längs der Muskelzellen gehäufte Pigmente aus Zelltrümmern finden sich hier mehr als in der äusseren Kapselschicht.

Zahlreiche Pulpavenen (siehe weiter unten unter "d") ziehen auf die Kapsel hin, durchbrechen sie und bilden einen grossen, weitlumigen zum Hilus orientierten Plexus. Ferner (1940) beschreibt beim Leguan (*Basiliscus americanus*) ein ausserhalb der Kapsel gelegenes Venennetz.

B) Die Milzgefäße und der Milzkreislauf

a) Die Arterien und Arteriolen

Pulpaarterien (3 - 4) ziehen auffallend geradlinig aus dem Hilusgebiet auf die gegenüberliegende Kapsel zu. Dabei zweigen in unregelmässigen Abständen Nebenäste ab, welche sich alsbald als Lymphscheidenarterien baumartig aufteilen. - Krause (1922) spricht von fingerförmigen Teilungsstellen bei den Milzarterien der Eidechse. Dünzen (1939) stellte bei den von ihm untersuchten Eidechsen (*Lacerta muralis* und *Lacerta viridis*) eine dichotomische Teilung der Arterien fest.

Die Lymphscheidenarterien von *Chelonia mydas* sind ganz unterschiedlich lang. Ohne deutlichen Übergang laufen sie kontinuierlich in eine Traube von etwa 10 Hülsenkapillaren aus, die sich auch schon im Verlauf der Lymphscheidenarterien vereinzelt abzweigen. Die Hülsenkapillaren stecken völlig in der weissen Pulpa, ein 40 μ dicker Lymphocytenmantel umhüllt sie (Abb.5). Die Kapillarahülse ist von zahlreichen Retikulumröhrchen durchbrochen, die das Lumen der Hülsenkapillare mit den Sinus verbinden. Diese Retikulumröhrchen ziehen durch die weisse Pulpa in ein Netz aus Retikulumröhrchen, das die weisse Pulpa überall umgibt und direkt in die Sinus einmündet. - Auch bei Selachiern und Teleostiern (Bargmann 1941) münden die Hülsenkapillaren ebenso in Retikulumröhrchen ein wie bei höheren Wirbeltieren (vgl. hierzu Blechschmidt 1938, Koboth 1939 und Dünzen 1939). Bei den Selachiern und auch beim Hund lässt sich eine Passage der Blutzellen durch feine, die Hülsenwand unmittelbar seitlich durchsetzende Kanäle feststellen, welche

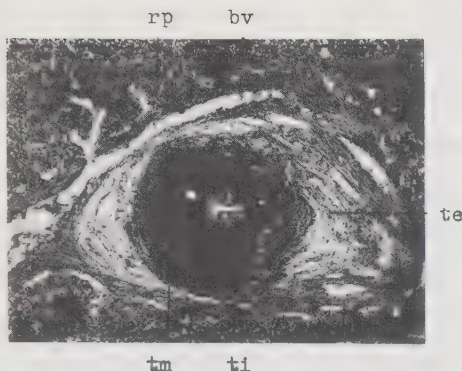
mit den Sinus kommunizieren.

Der Wandbau aller intralientalen Milzarterien entspricht dem muskelstarker Arterien. Unter dem Endothel der Tunica intima liegt eine Basalmembran aus kollagenen und elastischen Fasern. Die Tunica intima ist verhältnismässig dick. Sie springt in Längsleisten in das Lumen vor. Die Lichtung wird dadurch sternförmig eingeengt. - Die besonders kräftige Tunica muscularis besteht aus einer dicken Schicht zirkulärer Muskelzellen. Die Tunica muscularis besitzt weitmaschige elastische Netze aus dünnen Fasern. In ihrer Aussenzone nehmen die Muskulatur ab, das Bindegewebe, auch kollagene Bündel, zu. Hoyer (1894) findet in den Pulpaarterien der Ringelnatter eine sehr dünne zirkuläre Tunica muscularis. Ferner (1940) beschreibt für den Leguan (*Basiliscus americanus*) Milzarterien mit einer mittelstarken Ringmuskelschicht und mächtigen Intimapolstern, die das Gefässlumen halbmondförmig einengen. Ihre das Intimapolster bildenden Zellen besitzen undeutliche Zellgrenzen und langgestreckte, stabförmige, chromatinarme Kerne; das Protoplasma erscheint oft hell und homogen, bei anderen Zellen intensiv gefärbt. - Bei den Milzarterien von *Chelonia mydas* bildet eine *Elastica externa*, welche eine dicht Lage elastischer Fasern darstellt, die Grenze zur Tunica externa. Diese ist verhältnismässig breit und besteht aus locker angeordneten kollagenen Bündeln und weitmaschigen, in Gefässrichtung laufenden, elastischen Netzen. Die Tunica externa geht unmittelbar in die der Begleitvenen über, und die elastischen Netze beider setzen sich in die Gitterfasern des retikulären Bindegewebes der Pulpa fort (Abb.3).

Abb.3. Pulpaarterie. Azanfärbung. Vergrößerung 100-fach.

Muskelstarke Pulpaarterie mit der in Längsleisten in das Lumen vorspringenden Tunica intima (ti), der kräftigen Tunica muscularis (tm) und der Tunica externa (te).

{bv} = Begleitvene.
{rp} = rote Pulpa.



Die Lymphscheide der Lymphscheidenarterie entspricht der Tunica externa mit massenhaft Lymphocyten in den Bindegewebsmaschen. Die Lymphocyten der Lymphscheiden gelangen durch deren Lymphgefässe in die begleitenden Pulpavenen. - Im Durchschnitt entfallen 15% des intralialen Arterien durchmessers auf die Tunica intima, 35% auf die Tunica media und 50% auf die Tunica externa.

b) Die Kapillarröhren

Alle Lymphscheidenarterien von *Chelonia mydas* besitzen Hülsekapillaren, die zum Teil schon im Verlauf der Lymphscheidenarterien, besonders häufig aber kurz vor deren distalem Ende und an diesem selbst abzweigen.

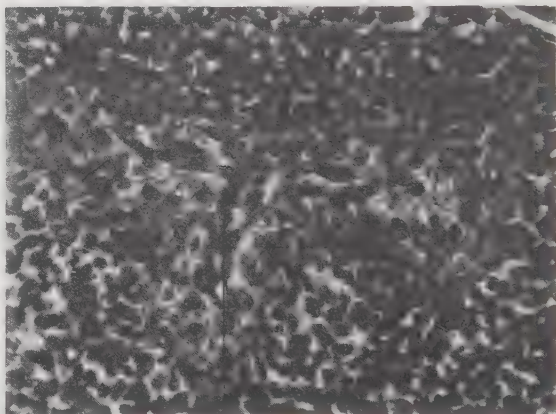
Die Kapillarröhren der Reptilien sind nach den vorliegenden Angaben offenbar sehr unterschiedlich gebaut. - Nach v.Herrath (1958) besitzt unter den Lacertiliern *Uromastix acanthinurus* Hülse; bei *Lacerta viridis* zeigen sich innerhalb der in Knötchen vorhandenen weissen Pulpa für Erythrocyten und Lymphocyten durchlässige Kapillaren, die Homologe von Hülse zu sein scheinen. Dünzen (1939) berichtet, dass die Hülse in der Milz

von *Lacerta muralis* und *Lacerta viridis* fehlen; nach Bargmann (1941) auch bei *Lacerta serpa*. Allerdings sollen die letzten arteriellen Kapillarstrecken gelegentlich von einer etwas ausgeprägteren Faserhülle mit vereinzelt Retikulumzellen umgeben sein. *Heloderma horridum* hat ebensowenig Hüllen wie die Ophidier *Tropidonotus*, *Ankistrodon* und *Kobra* und wie *Zamesis monensis* (Dustin 1938).

Bei *Chelonia mydas* biegen einige Hülsekapillaren halbkreisförmig um, andere teilen sich dichotomisch (Abb.4.), der

Abb.4. Kapillarlülse. van Gieson-Färbung. Vergrößerung 500fach.

Kapillarlülse (kh)
mit Lymphocytenmantel (lm).



kh .

lm

grösste Teil verläuft gerade. Durch das gehäufte Austreten der Hülsekapillaren am distalen Ende der Lymphscheidenarterien und durch die dichotomische Teilung können bis zu 10 Kapillarlülse enger beieinanderliegen und eine Traube bilden (Abb.5.).

Die Lymphscheiden der Lymphscheidenarterien verschmälern sich progressiv; erst um die Hülsekapillaren nimmt der Lymphocytenmantel wieder zu. Hier ist er von einem dichten Netz von Retikulumröhrchen umgeben. Diese verbinden sich teilweise mit

E) Die Milzpigmente

Unter der Bezeichnung Pigmente werden alle innerhalb und ausserhalb der Zellen nachweisbaren, mit einer Eigenfarbe versehenen Stoffe zusammengefasst, ohne Rücksicht auf ihre Bildung oder Herkunft (Hamperl 1960). Nach dieser Definition gibt es in der Milz von *Chelonia mydas* Pigmente. In ungefärbten Schnitten haben diese Pigmente eine hellgelbe, äusserst blasser Eigenfarbe, durch die sie sich aber deutlich herausheben.

Dieses Pigment ergibt keine Eisenreaktion und verhält sich negativ gegen alle Reaktionen nach der Hueckschen Differenzierungstabelle für Pigmente. Dagegen zeigen diese Pigmente ein ganz eigentümliches Verhalten. Sie färben sich zunächst wie die Zellen der Pulpa an. Im Unterschied zu den Zellfärbungen aber ist die der Pigmente um ein vielfaches intensiver. Die Intensität kann durch eine Überlagerung der Pigmenteigenfarbe mit der Cytoplasmafärbung zustande kommen. Andererseits könnte auch die Pigmentkörnchenstruktur so beschaffen sein, dass sie elektiv mehr Farbstoff aufnimmt. Eine Entscheidung darüber, welcher der beiden Faktoren hier vorliegt, konnte nicht erzielt werden.

In der Milz von *Chelonia mydas* gibt es keine speziellen Pigmentzellen. Die vielfach vorhandenen Pigmente liegen in beiden Kapselanteilen, in den Gefässwänden und in der roten und weissen Pulpa. Nur ganz vereinzelt werden einige Pigmentkörnchen von Hülsenzellen phagocytiert. Bei den Cheloniern *Clemmys leprosa* und *Testudo graeca* und einem Exemplar von *Crocodylus cataphractus* fand bereits auch Dustin (1938) wohl entsprechende Hülsenzeleinschlüsse. Er vermutet, dass es sich bei diesen um Ery-

throcyentrümmer handelt.

Die Pigmente in der roten Pulpa liegen in kleinen Anhäufungen in den Retikulumaschen. Diese Pigmenthäufchen fehlen in den beiden Kapselanteilen, den Gefässwänden und in der weissen Pulpa. Dort und auch in der roten Pulpa liegen die Pigmentkörnerchen einzeln und völlig regellos zwischen den Zellen und in den Retikulumaschen.

Die einzelnen Körnerchen sind polygonale, ganz unterschiedlich grosse Körper, jedoch nie grösser als eine Zelle der Milzpulpa, - Alle diese Körnerchen müssen Zelltrümmer sein, deren Herkunft zunächst unbekannt ist.

Diskussion der Befunde

In der Milz von *Chelonia mydas* gelangt das Blut durch muskelstarke Pulpaarterien in Lymphscheidenarterien und Hülsenkapillaren. Der Blutdruck presst das Blut offenbar aus den Hülsenkapillaren in Retikulumröhrchen, die das Kapillarlumen mit den Sinus verbinden. Aus den Sinus fliesst das Blut in die Pulpa-venen und von dort zum Teil in weiträumige venöse Plexus zwischen muskulöser und subseröser Kapselschicht. Bei voller Blutfüllung können beträchtliche Blutmengen von diesem hiluswärts ausgerichteten Plexus aufgenommen werden.

Wenn die muskelstarken Pulpaarterien kontrahiert sind, legen sich ihre Intimalängsleisten aneinander, sodass der Blutstrom unterbrochen oder gedrosselt werden kann. Bei einer Unterbrechung des arteriellen Zustromes zur Milz würde im arteriellen Schenkel des grossen Blutkreislaufes vorübergehend mehr Blut verfügbar sein.

Zusätzlich scheint sich aber auch das Lumen des venösen, intrakapsulär gelegenen Plexus verkleinern zu können. Bei einer Kontraktion der glatten Muskelzellen, die überall in beiden Kapselanteilen reichlich vorhanden sind, wird das Blut in den venösen Schenkel des Blutkreislaufes abgegeben. - Wenn die Kontraktion der Pulpaarterien und die der glatten Muskelzellen des intrakapsulären venösen Plexus koordiniert sind, müsste dem Blutkreislauf der Suppenschildkröte eine grössere Blutmenge zugeführt werden können. Für diesen Fall müsste eine einmalige, gleichzeitige Kontraktion stattfinden. Damit würde die Milz von *Chelonia mydas* Speicherfunktionen besitzen. Gleichzeitige rhythmische Kontraktionen beider Muskelsysteme würden hämodynamisch einem "Pfortaderherzen" entsprechen und sicherlich im Dienste von Stoffwechselleistungen, speziell der Blutmauserung der Milz stehen.

Die für eine Reptilienmilz auffallende relative Grösse und die ebenso ungewöhnliche Massierung glatter Muskulatur an den Arterien und in der Kapsel der Milz sind wohl durch den starren Körperpanzer, der den Druck in der Leibeshöhle kaum zu variieren gestattet, bei gleichzeitiger grosser Beweglichkeit des wasserlebenden Tieres induziert worden. Mit dieser Ausnahme harmonisiert auch das gleichzeitige Vorhandensein eines kräftigen intralientalen Nervenfasergeflechtes mit Ganglienzellen, welches einen Plexus intramuralis darstellt.

Das Blut wird durch den Blutdruck aus den Hülsekapillaren in die Sinus gepresst. Dabei müssen die Erythrocyten zunächst die engen Retikularröhrchen passieren, welche die Lymphocyten-

mäntel durchbrechen und sie allseitig umgeben. Bei dieser Passage geraten die Blutzellen in innigsten Kontakt mit den Lymphocyten in den Lymphocytenmänteln. Alternde oder minderwertige Blutzellen scheinen die Passage durch die engen Retikulumröhrchen nicht unbeschadet zu überstehen. Denn in unmittelbarer Nähe der Lymphocytenmäntel finden sich Pigmentanhäufungen, die sich aus Blutzelltrümmern gebildet haben können. - Damit besteht neben der Funktion der Blutspeicherung auch die der Blutaussonderung. Eine Hämatocytopoese scheint hingegen zu fehlen.

Zusammenfassung

Die zweischichtige Milzkapsel von *Chelonia mydas* besteht aus einer muskulösen, der Pulpa aufliegenden, 66 μ dicken und einer subserösen, 34 μ dicken Schicht. Zwischen beiden Kapselschichten liegt ein hiluswärts ausgerichteter venöser Plexus.

Die Pulpa- und Lymphscheidenarterien sind muskelstark. Ihre Tunica intima springt in Längsleisten in das Lumen vor. Die Tunica externa der Pulpaarterien und die Lymphscheiden der Lymphscheidenarterien und die subseröse Kapselschicht werden von einem Geflecht markloser Nervenfaserbündel mit eingeschalteten multipolaren Ganglienzellen eines Plexus intramuralis durchzogen.

Die von einem 40 μ dicken Lymphocytenmantel umgebenen Kapsillarröhren sind direkt über Retikulumröhrchen mit den Sinus verbunden. Die Sinus münden in die Pulpavenen. Die Pulpavenen

münden in den hiluswärts ausgerichteten venösen Plexus.

Lymphgefässe liegen in der Tunica externa der Pulpaarterien und in den Lymphscheiden der Lymphscheidenarterien. Die lymphocytenhaltige Lymphe fliesst in Begleitvenen der Arterien.

Das Retikulum besteht aus 12 μ grossen Retikulumzellen und einem Raumnetz aus dickeren und dünneren Retikulumfasern.

Die weisse Pulpa wird von den Lymphscheiden der Lymphscheidenarterien und den Lymphocytenmänteln um die Hülsenkapillaren gebildet.

Milzpigmente aus Zelltrümmern liegen überall einzeln und gehäuft in der Milz von *Chelonia mydas*.

Die Milz von *Chelonia mydas* dient zur Blutspeicherung und zur Blutaussonderung.

Literaturverzeichnis

Bargmann, W.: Zur Kenntnis der Hülstenkapillaren der Milz.

Zschr. Zellforsch. 31, 630 (1941).

Dittmann, G.: Die Milz des Alligator mississippiensis.

Inaug. Diss. Berlin (1969).

Dünzen, H.: Über die Architektur der Milz bei *Lacerta muralis*

und *viridis*. Zschr. Zellforsch. 29, 374 (1939).

Dustin, P.: Les housses spléniques de Schweiger - Seidel.

Etude d'histologie comparée. Arch. biol., Paris 49,
(1938).

Ferner, H.: Zur Kenntnis des Milzkreislaufes beim Leguan

(*Basiliscus americanus*). Anat. Anz., Jena 89, 364 (1940)

Hamperl, H.: Lehrbuch der allgemeinen Path. und path.

Anat. S. 137 (1960).

v.Herrath, E.: Bau und Funktion der normalen Milz.

Berlin (1958).

Hoyer, H.: Über den Bau der Milz. Schwalbes morph. Arbeit 3/2,

299 (1894).

Krause, R.: Mikroskopische Anat. der Wirbeltiere in Einzel-

darstellungen 2. Vögel, Reptilien, 441 Leipzig und
Berlin (1922).

Post, G.: Die Milz der Florida - Schmuckschildkröte (*Pseud-*

emys floridana). Inaug. Diss. Berlin (1969).

Wermuth, H.: Reptilien. S. 32, 49. in "Knaurs Tierreich".

Stuttgart (1965).

Lebenslauf

Am 3.12.1940 wurde ich als viertes Kind des Dr. Hermann Bortels und seiner Ehefrau Ilse, geborene Catosie, in Berlin geboren. 1947 wurde ich in Braunschweig eingeschult, und 1961 begann ich nach bestandenem Abitur in Berlin das Medizinstudium an der Freien Universität, das ich 1967, am 28. September, mit dem Urteil -gut- beendete. Gleich nach dem Staatsexamen arbeitete ich als Medizinalassistent für insgesamt elf Monate auf der Inneren Abteilung und acht Monate auf der chirurgischen Abteilung im Dannenberger Kreiskrankenhaus, in dem ich auch meine Medizinalassistentenzeit beenden werde.

Jörg Borch

